

Министерство архитектуры и строительства
Республики Беларусь

ФИЛИАЛ РУП «ИНСТИТУТ БЕЛНИИС» –
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

УДК 691.42

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала
РУП «Институт БелНИИС» –
Научно-технический центр,



С.Н. Гук
2024 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
Выполнить исследование прочностных и деформационных характеристик
каменной кладки, выполненной из блоков из ячеистого бетона D600 с
вертикальными пазами на тонкослойных швах

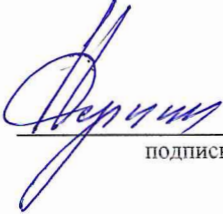
Руководитель НИР,
ведущий научный сотрудник,
д-р техн. наук, профессор

В.Н. Деркач

Брест 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
ведущий научный
сотрудник, д-р техн. наук,
профессор


11.10.2024
подпись, дата

В.Н. Деркач
(введение, раздел 8,
заключение)

Отв. исполнитель,
заведующий лабораторией,
канд. техн. наук


11.10.2024
подпись, дата


И.Е. Демчук
(введение, разделы 7 – 8,
заключение)

Начальник отдела,
канд. техн. наук


11.10.2024
подпись, дата

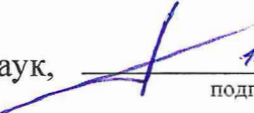
В. Галалюк
(введение, раздел 5,
заключение)

Заместитель начальника от-
дела, канд. техн. наук


11.10.2024
подпись, дата

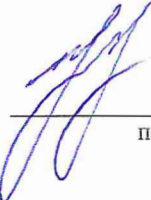
В.А. Самкевич
(раздел 6)

Ведущий инженер-
конструктор, маг. техн. наук,
инж.-исслед.


11.10.2024
подпись, дата

П.А. Новик
(раздел 9)

Ведущий инженер-
конструктор, маг. техн. наук


11.10.2024
подпись, дата

П.И. Матяш
(разделы 2 – 3)

Инженер-конструктор
1 категории


11.10.24
подпись, дата


С.О. Бурак
(разделы 2 – 3)

Мастер цеха


11.10.2024
подпись, дата


Э.В. Василюк
(раздел 4)

Ведущий инженер


11.10.2024
подпись, дата

Ю.Е. Турук
(раздел 4)

Нормоконтроль


11.10.2024
подпись, дата

В.А. Самкевич

РЕФЕРАТ

Отчет 79 с., 34 рис., 18 табл., 19 форм., 11 источников.

КАМЕННАЯ КЛАДКА, БЛОКИ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ, КЛАДОЧНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ТОНКОСЛОЙНЫХ РАСТВОРНЫХ ШВОВ, ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВАЯ КЛЕЙ-ПЕНА, ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ, ПРОЧНОСТЬ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ, НАЧАЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ, ПРОЧНОСТЬ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ, КОЭФФИЦИЕНТ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ, ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ, ПРОЧНОСТЬ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ, МОДУЛЬ СДВИГА, ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СДВИГЕ.

Объект исследования: каменная кладка из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на тонкослойных горизонтальных растворных швах с вертикальными пазами, заполненными полиуретановой клей-пенной.

Предмет исследования: прочностные и упругие характеристики каменной кладки

Цель исследований заключалась в установлении экспериментальных данных о прочностных и упругих характеристиках каменной кладки, выполненной из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×250×200-3,5-600-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») на тонкослойных горизонтальных растворных швах (РСС, кладочная, цементная, М75, F50, К1, St-4, 112/13 СТБ 1307-2012 производства ОАО «Красносельскстройматериалы» филиал № 3 «Известковый завод») с применением клей-пены для заполнения вертикальных пазов.

В задачи исследований входило:

- определение прочности при сжатии кладочных изделий;
- определение прочности при сжатии, прочности на растяжение при изгибе кладочного раствора (клея);
- выявление механизмов деформирования и разрушения каменных кладок при сжатии, изгибе, сдвиге и растяжении;
- определение прочности на сжатие каменной кладки;
- определение модуля упругости каменной кладки;
- определение прочности на растяжение при изгибе по перевязанному и неперевязанному сечениям каменной кладки;
- определение начальной и предельной прочности при сдвиге вдоль горизонтальных швов каменной кладки, прочности при сдвиге поперек горизонтальных швов каменной кладки;
- определение угла внутреннего трения при сдвиге вдоль горизонтальных швов каменной кладки;
- определение модуля сдвига и предельных деформаций при сдвиге поперек горизонтальных швов каменной кладки;
- определение прочности нормального сцепления методом изгибающего момента.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	8
1 СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА	11
2 ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	12
3 ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА	14
4 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	18
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	22
5.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА СЖАТИЕ	22
5.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СЖАТИЕ	24
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ.....	33
6.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ.....	33
6.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ПО НЕПЕРЕВЯЗАННОМУ СЕЧЕНИЮ	37
6.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ПО ПЕРЕВЯЗАННОМУ СЕЧЕНИЮ.....	40
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	45
7.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ	45
7.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ	48
8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	56
8.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ	56
8.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ	59
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	64
9.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	64
9.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А ДОКУМЕНТЫ О КАЧЕСТВЕ.....	76

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании проведенных исследований получены прочностные и деформационные характеристики каменной кладки, выполненной из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×250×200-3,5-600-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») на тонкослойных горизонтальных растворных швах (РСС, кладочная, цементная, М75, F50, К1, St-4, 112/13 СТБ 1307-2012 производства ОАО «Красносельскстройматериалы» филиал № 3 «Известковый завод») с применением клей-пены для заполнения вертикальных пазов.

Прочностные характеристики кладочных изделий

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Нормированная прочность на сжатие кладочного изделия f_b в соответствии с [3]	3,3 МПа

Прочностные характеристики кладочного раствора

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Прочность кладочного раствора на растяжение при изгибе f_{mt} в соответствии с [4]	3,05 МПа
2	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m в соответствии с [4]	7,88 МПа
3	Прочность кладочного раствора при сжатии R_p в соответствии с [5]	7,58 МПа

Прочностные характеристики кладки

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Характеристическое значение прочности на сжатие f_k в соответствии с [6]	1,9 МПа
2	Характеристическое значение прочности на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению f_{xk1} в соответствии с [7]	0,18 МПа
3	Характеристическое значение прочности на растяжение при изгибе по перевязанному сечению f_{xk2} в соответствии с [7]	0,15 МПа
4	Характеристическое значение начальной прочности при сдвиге (касательного сцепления) f_{vko} в соответствии с [8]	$0.065 \cdot f_b = 0,21$ МПа
5	Характеристическое значение угла внутреннего трения $tg\alpha_k$ в соответствии с [8]	–
6	Характеристическое значение предельной прочности при сдвиге f_{vlt} в соответствии с [8]	$0.065 \cdot f_b = 0,21$ МПа
7	Среднее значение прочности при сдвиге поперек горизонтальных швов f_{vvo} в соответствии с [9], [10]	0,18 МПа
8	Характеристическое значение прочности при растяжении (нормального сцепления) f_{wk} в соответствии с [11]	0,31 МПа

Деформационные характеристики кладки

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Модуль упругости каменной кладки (секущий модуль упругости) E в соответствии с [6]	1660 МПа
2	Коэффициент Пуассона	0,38
3	Коэффициент K_E	880
4	Среднее значение модуля сдвига при сдвиге поперек горизонтальных швов G_{obs} в соответствии с [9], [10]	250 МПа
5	Среднее значение предельных деформаций при сдвиге поперек горизонтальных швов γ_{obs} в соответствии с [9], [10]	3,4 мм/м

2. Прочность на сжатие ячеистобетонных блоков плотностью 600 кг/м^3 превысила прочность ранее испытанных блоков плотностью 500 кг/м^3 на 14 %, а плотностью 400 кг/м^3 – на 32 %. Минимальные значение коэффициента вариации прочности на сжатие имело место для блоков плотностью 600 кг/м^3 и составило 8,9 %. Для блоков плотностью 500 кг/м^3 значение коэффициента вариации прочности на сжатие составило 11,7 %, а для блоков плотностью 400 кг/м^3 – 13,4 %.
3. Значения прочности на сжатие испытанной каменной кладки из блоков плотностью 600 кг/м^3 и блоков плотностью 500 кг/м^3 , выполненной с заполненными раствором вертикальными швами, были примерно равны, и на 46 % выше прочности на сжатие кладки из керамзитобетонных блоков с вертикальными пустотами. При этом модуль упругости кладки из блоков плотностью 600 кг/м^3 на 38 % превысил значение модуля упругости каменной кладки из блоков плотностью 500 кг/м^3 , и не менее чем на 20 % превысил значение модуля упругости каменной кладки из керамзитобетонных блоков с вертикальными пустотами.
4. Значение прочности при изгибе по перевязанному и неперевязанному сечениям каменной кладки из блоков плотностью 600 кг/м^3 оказалось на 66 % выше прочности каменной кладки из блоков плотностью 500 кг/м^3 , и не менее чем на 25 % выше прочности кладки при изгибе из керамзитобетонных блоков с вертикальными пустотами. Это свидетельствует о более высоких значениях сопротивления изгибу каменных стен, выполненных с

применением испытанной кладки, и возможности ее применения для возведения стенового заполнения каркасно-монолитных зданий повышенной этажности.

5. Начальная прочность при сдвиге кладки из ячеистобетонных блоков плотностью 600 кг/м^3 превысила значение прочности для кладки из блоков 500 кг/м^3 на 16 %, а начальную прочность при сдвиге кладки из керамзитобетонных блоков с вертикальными пустотами – на 75 %. При этом значение модуля сдвига каменной кладки из блоков плотностью 600 кг/м^3 составило 250 МПа, а модуля сдвига для кладки из блоков плотностью 500 кг/м^3 , выполненной с заполненными раствором вертикальными швами, – 300 МПа. Данный факт свидетельствует о лучшей способности испытанной каменной кладки приспосабливаться к различного рода вынужденным деформациям и о ее высокой трещиностойкости.